

城际列车车辆与 ATO 系统 信号接口设计

高 琦, 潘夏宁, 陆宗彬

(南车南京浦镇车辆有限公司 动车设计部, 江苏 南京 210031)



作者简介: 高 琦(1984-), 男, 硕士, 工程师, 现从事城市轨道交通车辆和城际动车组的电气系统设计工作。

摘 要: 针对城际列车的特点, 从列车自动驾驶、自动开关门及屏蔽门联动、自动折返 3 个方面阐述了城际列车增加 ATO 功能的必要性。对城际列车增加 ATO 后, 车辆和 ATO 之间所需要增加的信号接口进行了分析、梳理和归纳, 对车载信号系统为配合 ATO 功能所新增的设备进行了分析和描述。该接口设计已经在实际项目的试验中得到很好的验证。

关键词: 城际列车; ATO; 信号接口; 设备配置

中图分类号: U268.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-128X(2015)05-0012-03

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2015.05.003

Signal Interface Design between Vehicle and ATO System in Intercity Train

GAO Qi, PAN Xianing, LU Zongbin

(EMUs Design Department, CSR Nanjing Puzhen Rolling Stock Co.,Ltd., Nanjing, Jiangsu 210031,China)

Abstract: According to the characteristics of intercity train, the necessity of intercity train bringing in ATO system from three aspects about automatic train driving, automatic closing and opening passenger doors and linkage with shielding doors in station, and automatic reverse was expounded. The additional signal interface between vehicle and ATO system after introducing ATO system into intercity train was analyzed and summarized, and the new equipment of onboard signal system in order to meet the ATO function was described. The interface design was validated in practical projects test.

Keywords: intercity train; ATO; signal interface; device configuration

0 引言

随着我国城市化水平不断提高, 局部高度发展的城市圈对交通需求日益突现, 如珠三角地区、长三角地区、京津唐地区、武汉城市圈、长沙城市圈等相继建设城际铁路, 形成了以中心城市为中心连接周边城市的城际铁路网^[1]。

根据城际铁路的特点, 城际铁路使用的信号系统采用 ATO 是非常有必要的, 本文将对城际列车和 ATO 系统的信号接口设计进行探讨。

1 城际列车使用 ATO 功能的需求

为了满足城际铁路运营需求, 城际列车必须具备精确停车、车门安全控制、快速折返等功能, 从这个角度考虑, 城际列车加入 ATO 功能是必然的。目前在

建的珠三角城际线路, 将采用 CTCS-2+ATO 的列控系统。ATO 系统可以完成列车的自动驾驶、自动开关门控制、自动折返等功能。

1.1 列车自动驾驶

ATO 系统可以按照计划的时刻表控制列车的运行, 在 ATP 的防护下按照预定的速度曲线自动驾驶列车, 完成列车启动、加速以及制动等基本自动驾驶功能, 并保证运行间隔要求^[4]。要完成 ATO 自动驾驶功能, 必须增加相应的 ATO、ATP 设备与车辆的接口, 实现信息的交互。ATO 收集车辆状态数据后根据相应的算法, 输出牵引制动指令给车辆。

1.2 自动开关门及屏蔽门联动

列车行驶到站后, 无需司机操作开关门按钮, 由 ATO 自动实现客室车门的打开和关闭操作, 而屏蔽门的联动其实包含了 ATO 的精确停车控制。传统的人工控制, 如干线铁路, 无法精确地停车, 站台屏蔽门

的设置和城际车快上快下的特点要求列车停车位置必须精准。同时列车车门和屏蔽门要有联动功能, 要增加车一地的通信设备, ATO 发出开关门指令给 ATP, ATP 将指令通过车载的车一地通信设备发送到地面, 地面收到后通过联锁系统控制屏蔽门动作, 实现列车客室车门和地面屏蔽门的联动功能。

1.3 列车自动折返功能

当列车到达规定的折返区域时, 列车 ATO 设备将根据地面信号进行自动折返, ATO 控制完成整个过程, 包括自动换端等操作。车辆需设置相应的接口配合 ATO 完成自动折返, 如设置折返按钮、折返按钮指示灯、折返继电器等。ATO 自动折返时, 在不同的阶段发出和接收相应的指令, 监控车辆的状态, 确保自动折返功能的顺利完成。

2 车辆与 ATO 的接口方案及新增设备

2.1 车辆与 ATO 的接口方案

为了配合 ATO 功能的实施, 车辆必须设置相应的接口和车载 ATC (包括 ATO 和 ATP) 设备配合。除了 ATP 和车辆的信号接口外 (如表 1 所示), 还应考虑增加自动驾驶、自动折返、自动开关门 3 个方面的信号接口^[5]。

表 1 ATP 和车辆的电气信号接口

信号名称	输入 / 输出	信号描述
紧急制动反馈	输入	列车紧急制动电信号反馈
全常用制动反馈	输入	列车 7 级制动电信号反馈
驾驶台激活	输入	驾驶台激活占用信号
向前	输入	列车运行方向向前
向后	输入	列车运行方向向后
休眠信号 (非占用)	输入	列车当前端未处于激活占用状态
牵引手柄信号	输入	主控手柄位于牵引位
制动手柄信号	输入	主控手柄位于制动位
零位	输入	主控手柄位于零位 (惰行位)
紧急制动信号	输出	ATP 输出的紧急制动信号
全常用制动	输出	ATP 输出的 7 级制动信号
4 级制动	输出	ATP 输出的 4 级制动信号
1 级制动	输出	ATP 输出的 1 级制动信号
切除牵引	输出	ATP 输出牵引切除信号
ATP 隔离	输出	ATP 输出隔离状态信号
过分相	输出	ATP 输出过分相信号
过分相选择	输出	ATP 输出过分相选择信号

自动驾驶功能主要从 ATO 模式的进入、牵引制动的控制以及保持制动的施加缓解这几方面来考虑, 具体接口如表 2 所示。其中 ATO 牵引制动模拟量输出, 并非一定采用模拟量的形式, 针对相应的牵引制动形式, 如果采用分级的牵引制动力曲线, 可以采用几个数字量接口组合编码的形式表达牵引制动级位。如果采用无级的牵引制动力变化曲线, 可以使用相应的模拟量来表达相应的牵引制动力大小。2 种形式都需要使用单独的状态信号来区分当前的工况。此外, 为避免进入 ATO 模式的误操作, 可考虑设置双按钮, 当 2 个同时按下的时候, 认为 ATO 启动信号有效。

表 2 自动驾驶功能增加的信号接口

信号名称	输入 / 输出	信号描述
ATO 启动	输入	ATO 收到 “ATO 启动按钮” 按下信号
ATO 牵引状态输出	输出	ATO 输出牵引指令
ATO 制动状态输出	输出	ATO 输出制动指令
ATO 牵引制动模拟量输出	输出	ATO 输出牵引制动力大小
ATO 发车指示灯	输出	ATO 模式激活后, 输出该信号点亮指示灯
ATO 保持制动施加	输出	ATO 输出保持制动施加信号
ATO 保持制动缓解	输出	ATO 输出保持制动缓解信号
ATO 有效	输出	ATO 输出 ATO 有效信号 (车辆响应 ATO 牵引制动等指令的前提)

自动折返所要新增加的信号如表 3 所示。车载信号系统只需要增加 3 个接口信号, 通过折返指示灯提示司机满足折返条件, 接受折返按钮发出的折返指令, 发出折返允许。自动折返的过程需要车载信号设备、地面信号设备和车辆电气逻辑紧密配合才能顺利完成。

表 3 自动折返功能增加的信号接口

信号名称	输入 / 输出	信号描述
折返按钮动作	输入	ATO 收到 “ATO 折返按钮” 按下信号
折返允许信号	输出	ATO 输出折返允许
折返指示灯	输出	ATO 输出折返指示灯, 闪烁提示司机当前满足折返条件, 允许折返, 可操作折返按钮。常亮表示折返激活, 开始折返

具体时序如图 1 所示。假设所有信号均为高电平有效, 当车辆进入折返区域后, 车辆状态和地面信号满足折返条件时, ATP 发出折返允许, 同时折返指示灯闪烁 (ATP 输出端口驱动), 提示司机按下折返按钮; 当司机按下折返按钮后 (按下时间大于 500 ms), ATP 收到车辆的折返指令, 此时折返指示灯常亮 (ATP 输出端口驱动), 司机确认 ATP 收到折返指令后, 拔出主控钥匙, 关闭司机台, 折返指示灯熄灭, A 端的 ATP 进入休眠。与此同时, B 端的折返激活继电器被激活 (车辆设置), 车辆向 B 端的 ATP 设备提供虚拟的向前信号和主控手柄零位信号。B 端 ATP 确认这些信号后, 开始由 ATO 控制车辆进行折返, 当折返完成后, 司机可在 B 端插入钥匙激活司机台, 同时让折返激活继电器失电, 车辆虚拟的向前信号消失。

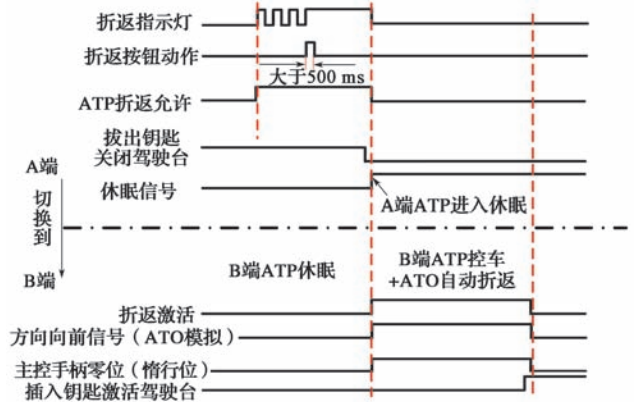


图 1 折返相关信号时序图